

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
з дисципліни

«ЗАСОБИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ
ЕНЕРГОНОСІЇВ»

(для студентів усіх форм навчання спеціальності
7.06010107 і 8.06010107 – Теплогазопостачання і вентиляція
та слухачів другої вищої освіти)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2016

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Засоби комерційного обліку енергоносіїв» (для студентів усіх форми навчання спеціальності 7.06010107 та 8.06010107 – Теплогазопостачання і вентиляція та слухачів другої вищої освіти) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : С. М. Нубарян. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 15 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. С. М. Нубарян

Рецензент д-р техн. наук, проф. Б. С. Ільченко

Рекомендовано кафедрою експлуатації газових і теплових систем,
протокол № 3 від 24.03.2011 р.

ЗМІСТ

Стор.

1 Загальні вказівки	4
2 Методика самостійного вивчення курсу за темами	6
2.1 Основні відомості про енергоносії та їх властивості	6
2.2 Принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв	8
2.3 Нормативні вимоги до засобів контролю і обліку енергоносіїв	9
2.4 Технічні засоби комерційного обліку енергоносіїв	10
2.5 Облік енергоносіїв за допомогою звужуючих пристроїв	11
2.6 Лічильник кількості тепла	12
3 Основи експлуатації засобів обліку енергоносіїв	13
Список рекомендованих джерел	15

1 Загальні вказівки

Дані методичні вказівки розроблені відповідно до програми навчальної дисципліни «Засоби комерційного обліку енергоносіїв», що призначена для підготовки відповідних фахівців з рівнем кваліфікації «спеціаліст» і «магістр».

Структура робочої програми навчальної дисципліни «Засоби комерційного обліку енергоносіїв» наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура робочої програми навчальної дисципліни

Спеціаль- ність, спеціалізація, (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит / годин	Семестри	Години								Екзамен (семестр)	Залік (семестр)
			Аудиторні	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр. роб.	КП / КР	РГР		
7.06010107 ТГВ (денне навч.)	2,5/90	9	36	18	-	18	54	-	-	-	-	9
8.06010107 ТГВ магістр	1,5/54	9	36	18	-	18	18	-	-		-	9д
7.06010107 ТГВ (заочне навч.)	2,5/90	11	18	8	10	-	72	14	-	-	-	11д

Навчальна дисципліна «Засоби комерційного обліку енергоносіїв» складається з двох змістових модулів, розподіл навчальних годин між якими для різних форм навчання наведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл часу для денної та заочної форм навчання

Модулі та змістові модулі	Всього, кредит / год.	Форми навчальної роботи							
		Денне навчання кількість годин				Заочне навчання кількість годин			
		Лекц.	Сем., Пр.	Лаб.	СРС	Лекц.	Сем., Пр.	Лаб.	СРС
Модуль 1. «Засоби комерційного обліку енергоносіїв».	спец. 2,5/90	18	-	18	54	8	10	-	72
	магістр. 1,5/54	18	-	18	18				
ЗМ 1.1. Основні принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв.	спец. */24	4	-	2	18	2	2	-	20
	магістр */12	4	-	2	6				
ЗМ 1.2. Засоби та пристрої для комерційного обліку енергоносіїв.	спец. */66	14	-	16	36	6	8	-	52
	магістр */42	14	-	16	12				

Зміст лекційного курсу «Засоби комерційного обліку енергоносіїв» і розподіл часу по темах для різних форм навчання наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Зміст лекційного курсу і розподіл часу по темах

Зміст		Кількість годин	
		Денне навч.	Заочне навч.
ЗМ 1 «Основні принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв»			
1.1	Основні відомості про енергоносії та їх властивості.	1	0,5
1.2	Принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв.	1	0,5
1.3	Нормативні вимоги до засобів контролю й обліку енергоносіїв.	1	0,5
1.4	Основи експлуатації засобів обліку енергоносіїв.	1	0,5
ЗМ 2 «Засоби та пристрої для комерційного обліку енергоносіїв»			
2.1	Технічні засоби комерційного обліку енергоносіїв.	2	2
2.2	Облік енергоносіїв за допомогою звужуючих пристроїв.	10	3
2.3	Лічильники кількості тепла.	2	1
ВСЬОГО:		18	8

При вивченні дисципліни «Засоби комерційного обліку енергоносіїв», програмою курсу передбачене проведення лабораторних робіт для студентів денної форми навчання і практичних занять для студентів заочної форми навчання. План лабораторних і практичних занять, представлений в таблицях 1.4 і 1.5. Підготовку, виконання і захист лабораторних робіт проводять відповідно до методики [12]. При цьому підготовку до виконання і захисту лабораторних робіт студенти проводять самостійно. Практичні роботи для студентів заочної форми навчання проводять у вигляді семінарів, до яких вони готуються самостійно.

Таблиця 1.4 – План лабораторних занять (денна форма навчання)

Зміст		Кількість годин
ЗМ 1 «Основні принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв»		
1.1	Дослідження роботи лічильників газу.	2
ЗМ 2 «Засоби та пристрої для комерційного обліку енергоносіїв»		
2.1	Вимірювання витрат енергоносіїв за допомогою звужуючих пристроїв.	16
ВСЬОГО:		18

Таблиця 1.5 – План практичних занять (заочна форма навчання)

Зміст		Кількість годин
1	2	3
ЗМ 1 «Основні принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв»		
1.1	Основні відомості про енергоносії та їх властивості.	0,5
1.2	Принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв.	0,5

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
1.3	Нормативні вимоги до засобів контролю й обліку енергоносіїв.	0,5
1.4	Основи експлуатації засобів обліку енергоносіїв.	0,5
ЗМ 2 «Засоби та пристрої для комерційного обліку енергоносіїв»		
2.1	Технічні засоби комерційного обліку енергоносіїв.	4
2.2	Облік енергоносіїв за допомогою звужуючих пристроїв.	3
2.3	Лічильники кількості тепла.	1
Всього:		10

Самостійну роботу студентів усіх форм навчання проводять згідно з планом, який наведений у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – План самостійної роботи студентів

Форми самостійної роботи			Кількість годин	
			Денне навч.	Заочне навч.
1.	Вивчення окремих теоретичних питань та підготовка до тестування.	спеціальність 7.06010107	18	-
		спеціальність 8.06010107	6	-
2.	Вивчення окремих теоретичних питань та підготовка до заліку.	спеціальність 7.06010107	36	58
		спеціальність 8.06010107	12	-
3.	Виконання контрольної роботи.	спеціальність 7.06010107	-	14

Самостійна робота студентів містить вивчення окремих теоретичних питань, підготовку до лабораторних робіт і практичних занять.

2 Методика самостійного вивчення курсу за темами

2.1 Основні відомості про енергоносії та їх властивості

У курсі, що вивчається, під енергоносіями слід розуміти матеріальні потоки рідких і газоподібних середовищ, що забезпечують споживачів тепловою енергією або використовуються як паливо. До них відносяться горючі гази (природний і зріджений), нафтопродукти, вода, пара та ін. Знання фізико-хімічних властивостей енергоносіїв і умов їх постачання споживачеві

дозволяють зробити оптимальний вибір засобів комерційного обліку щодо найкращих точностних і надійносних характеристик.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. При вивченні цього розділу треба звернути увагу на фізико-хімічні властивості енергоносіїв, такі як склад, температура, тиск, щільність, в'язкість, теплота згоряння, стисливість, теплопровідність та ін. При розгляді властивостей газів необхідно добре ознайомитися з питанням їхньої стисливості і впливу цієї властивості на точність виміру газових потоків, а також з параметрами стану газу, залежно від робочої температури і тиску. Визначення витрат газів при комерційному обліку часто ґрунтується на гідродинамічних розрахунках, де використовуються приведені параметри, тому студентам треба засвоїти методику цих розрахунків. Слід також мати на увазі, що комерційний облік газу ведеться в перерахунку на нормальні умови, що потребує від студентів навичок переведення об'ємного і масового витрат газу до стандартних умов.

На закінчення розділу студентам необхідно ознайомитися з антропогенними і техногенними чинниками використовуваних енергоносіїв у частині їх пожеже- і вибухонебезпечності, впливу на організм людини і матеріали конструкцій [1, 3].

Контрольні запитання

1. Приведіть приклади енергоносіїв, застосовуваних у промисловості і комунальному господарстві. Де і яким способом вони використовуються?
2. Якими параметрами характеризуються енергоносії?
3. Що таке коефіцієнт стисливості газів? Від яких параметрів він залежить?
4. Яким способом визначити приведені параметри газу?
5. В яких одиницях вимірюються витрати енергоносіїв і зв'язок між ними?
6. Як зв'язані метрологічні характеристики засобів обліку енергоносіїв з їхніми фізико-хімічними властивостями?
7. Перерахуйте основні антропогенні й техногенні чинники, які властиві використуванним енергоносіям.

2.2 Принципи виміру і класифікація засобів обліку енергоносіїв

Існує багато засобів і методів виміру витрати і кількості рідких і газоподібних середовищ, що можуть бути використані при комерційному обліку енергоносіїв. Серед цих засобів можна виділити пристрої, які призначені для промислового і побутового використання, в основу цих пристроїв покладені загальновідомі принципи роботи.

Метою цього розділу є засвоєння студентами застосовуваних методів і засобів комерційного обліку енергоносіїв, а також класифікації їх відповідно до призначення і принципів виміру.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Класифікацію засобів обліку енергоносіїв слід проводити за трьома принципами виміру: об'ємному, швидкісному та масовому.

В залежності від принципів виміру, необхідно розглянути застосовувані методи і засоби виміру. При цьому треба приділяти головну увагу основним способам виміру, області й умовам застосування засобів комерційного обліку. При вивченні даного розділу потрібно засвоїти основні функціональні залежності вимірюваної кількості (витрат) енергоносіїв від інформації, одержуваної від перетворювачів витрат відповідних засобів виміру.

На завершення розділу студенти повинні одержати поняття про G-рейтинги лічильників, а також градацію їх на промислові й побутові [4, 5, 10, 11].

Контрольні запитання

1. Перерахуйте відомі Вам засоби і методи виміру рідких і газоподібних середовищ.
2. Які лічильники кількості речовини відносяться до швидкісних об'ємних та масових?
3. Які типи турбінних перетворювачів витрати Ви знаєте?
4. Розкажіть про принцип роботи роторного лічильника.

5. Які типи лічильників доцільно використовувати для обліку гарячої і холодної води в побуті та промисловості?
6. Поясніть ультразвуковий принцип вимірювання витрати. Для яких середовищ і в яких умовах його використання дає найбільшу ефективність?
7. Що розуміють під G-рейтингом для газових лічильників?
8. Які пристрої обліку енергоносіїв відносяться до промислових, а які до побутових?

2.3 Нормативні вимоги до засобів контролю і обліку енергоносіїв

Основною метою цього розділу є ознайомлення із загальними технічними вимогами до промислових і побутових засобів обліку енергоносіїв, а також з правилами їх приймання і методами випробування.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Вивчення розділу треба почати із загального ознайомлення з нормативними документами, вітчизняними і міжнародними стандартами. Оскільки при комерційному обліку енергоносіїв першорядне значення мають метрологічні й надійнісні характеристики засобів виміру, то слід ознайомитися з нормуванням похибки виміру для різних діапазонів, втратами тиску потоку при проходженні його через вимірювач. До надійнісних характеристик тут слід віднести середній термін служби (наробіток на відмову) і міжповірочні інтервали. Студентам необхідно також засвоїти методи випробування засобів обліку і правила приймання їх в експлуатацію [6, 7, 10].

Контрольні запитання

1. Які межі допустимої відносної похибки прийнято для засобів комерційного обліку енергоносіїв?
2. Чим пояснити зростання похибки виміру на мінімальних діапазонах?
3. В якому співвідношенні діляться діапазони виміру при нормуванні похибки?
4. Скільки часу допускається робота засобів виміру на максимальному діапазоні?
5. Які допустимі відхилення похибки засобів виміру в процесі експлуатації?

6. Який допустимий розмір втрат тиску при вимірах витрати газів?
7. Яким способом враховуються робочі параметри вимірюваних середовищ?
8. Перерахуйте основні вимоги приймання засобів обліку енергоносіїв в експлуатацію.

2.4 Технічні засоби комерційного обліку енергоносіїв

Різноманіття технічних засобів виміру, що використовуються при обліку енергоносіїв, робить актуальним завдання ознайомлення студентів з конструктивними рішеннями витратомірів і лічильників потоків енергоносіїв, способами одержання, передачі й корекції вихідних сигналів. У цьому розділі на прикладах вітчизняних і закордонних зразків засобів обліку розглядаються вирішення поставлених питань.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Вивчення розділу варто починати з освоєння понять «витратомір» і «лічильник». Далі, відповідно до прийнятої класифікації засобів виміру, необхідно розглянути пристрої, які засновані на швидкісному принципі вимірювання – турбінні з різними турбінами; об'ємні – роторні, поршневі й мембранні; масовому – теплові (калориметричні), коріюлісові та ін. При розгляді засобів виміру необхідно звернути увагу на конструкційні матеріали, способи отримання і передачі сигналів (механічні, електричні, магнітні, оптичні та ін.) у випадку, коли в результаті виміру вводиться корекція, потрібно одержати знання її принципів і використовуваних відповідних засобів.

У заключенні розділу доцільно ознайомитися з основними типами сучасних засобів обліку енергоносіїв, із їх технічними характеристиками, та виробниками [4, 5, 10, 11].

Контрольні запитання

1. Якого типу турбіни використовуються в турбінних витратомірах і лічильниках?
Для яких засобів виміру вони використовуються?
2. Якими способами здійснюється передача сигналів у турбінних витратомірах?

3. Опишіть принцип роботи роторного і мембранного лічильників.
4. Які конструкційні матеріали використовуються для виготовлення турбін і роторів у газових лічильниках?
5. У чому різниця витратомірів і лічильників? Дайте визначення тим і іншим.
6. Який принцип роботи калориметричних витратомірів?
7. Складіть функціональну схему ультразвукового витратоміра. В яких випадках доцільне їх використання?
8. Перерахуйте типи відомих Вам лічильників газу, що випускаються промисловістю. На якому принципі заснована їх робота?

2.5 Облік енергоносіїв за допомогою звужуючих пристроїв

Найпоширенішим способом виміру витрати й кількості енергоносіїв у промисловості залишається спосіб змінного перепаду тиску на звужуючому пристрої. На сьогодні більш ніж 50 % вимірів витрати енергоносіїв, що проводяться, припадає на цей спосіб. Так для комерційного обліку газу у вітчизняних газотранспортних системах використовується тільки цей метод.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Теоретичні основи виміру витрати і кількості матеріально-енергетичних потоків базуються на рівняннях витрати стискуваних і нестискуваних рідин, законах зберігання енергії, принципі нерозривності потоків. Тому освоєння цих теоретичних основ є першочерговим при вивченні даного розділу.

Подальше вивчення розділу передбачає знайомство студентів із стандартними звужуючими пристроями, (діафрагми, сопла і трубки Вентури) і з освоєнням методів їх розрахунку. Особливу увагу при вивченні матеріалу необхідно приділити визначенню коефіцієнтів витрати і поправочних множників до них, втратам тиску на звужуючих пристроях і параметрам, що вимірюються.

Вимір витрати енергоносіїв за перепадом тиску в звужуючому пристрої відноситься до виду непрямих вимірів, що призводить до неминучого

виникнення похибок при визначенні окремих величин, які входять у рівняння витрати. Тому при завершенні цього розділу студенти мають вивчити методику визначення похибки, що є обов'язковим для комерційного обліку [4, 8, 9, 11].

Контрольні запитання

1. Запишіть загальні рівняння витрати, яке використовується при вимірюваннях способом змінного перепаду тиску.
2. Поясніть фізичний зміст параметрів, що входять у рівняння витрати.
3. Що таке модуль звужуючого пристрою? Як впливає цей модуль на коефіцієнти витрати, а також на витрати тиску?
4. Які стандартні звужуючі пристрої Вам відомі? Охарактеризуйте їх.
5. Які поправочні множники і в яких випадках враховуються при визначенні витрати середовищ?
6. Які похибки і як вони визначаються при встановленні витрат за допомогою звужуючих пристроїв?
7. Для якого режиму течії можуть бути застосовні звужуючі пристрої? Поясніть чому.
8. Назвіть загальний алгоритм розрахунку звужуючих пристроїв.

2.6 Лічильник кількості тепла

У даний час набувають розповсюдження лічильники кількості тепла (теплові лічильники). В основу їх роботи покладений розрахунковий метод, що базується на використанні виміру витрати теплоносіїв і різниці температур між ними.

Цей розділ необхідний для ознайомлення студентів з основними принципами роботи теплових лічильників і їх конструкцій.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Вивчення розділу слід почати з повторення основ процесів теплообміну і засвоєння принципу побудови пристроїв для виміру кількості споживаного тепла. Сучасні теплові лічильники будуються за

одним принципом. Основна різниця між ними полягає у використанні вимірників витрати, температури й обчислювальних пристроїв. Тому студентам потрібно ознайомитися з різними тепловими лічильниками, звертаючи увагу на їх конструкцію, складові елементи, область застосування і діапазони виміру, виконувані пристроями функцій і т.п. [4, 5, 11].

Контрольні запитання

1. Поясніть принцип роботи теплових лічильників.
2. Які типи теплових лічильників Ви знаєте? У чому полягають їх особливості?
3. Які технічні засоби входять до складу теплових лічильників?
4. Перерахуйте основні функції, виконувані сучасними тепловими лічильниками.

3 Основи експлуатації засобів обліку енергоносіїв

При експлуатації засобів виміру для комерційного обліку енергоносіїв можна виділити загальні вимоги, до різних пристроїв, що стосуються їх монтажу, обслуговування, виміру коригувальних параметрів і т.д. Даний розділ присвячений вивченню саме цих питань.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ. Освоєння розділу необхідно починати з вимог щодо характеру течії, вимірюваних потоків і трубопроводів, призначених для їх транспортування. За відсутністю пристроїв формування потоків повинні дотримуватись вимоги до виконання і монтажу прямолінійних ділянок, які треба вивчити студентам. Слід також засвоїти вимоги безпосередньо до засобів виміру витрати енергоносіїв, до їх установки, обслуговування при експлуатації та основ безпечної роботи з ними.

На закінчення розділу треба ознайомитися з вимірювальними комплексами, використовуваними при комерційному обліку енергоносіїв, принципами їх побудови і елементною базою [4, 8, 10].

Контрольні запитання

1. Для яких режимів течії потоків енергоносіїв можуть бути використані звужуючі пристрої?
2. Яким способом здійснюється підготовка потоків перед проведенням вимірів?
3. Перерахуйте вимоги до прямолінійних ділянок трубопроводів?
4. Наведіть схеми підключення вторинних приладів до звужуючих пристроїв для пари, води, газу.
5. Які профілактичні заходи повинні проводитися при експлуатації турбінних витратомірів? Звужуючих пристроїв?
6. Які вимірювальні комплекси для комерційного обліку Вам відомі? Який принцип їх побудови?

Список рекомендованих джерел

1. Бретшнайдер С. Свойства газов и жидкостей : пер. с польск. / С. Бретшнайдер. – Москва-Ленинград : Химия, 1966. – 536 с.
2. Перри Д. Справочник инженера-химика / Д. Перри. Т 1. – Ленинград : Химия, 1969. – 640 с.
3. ISO 6976, Natural gas/ Calculation of calorific values, density, relative and Wobbe index from composition.
4. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества / П. П. Кремлевский. – Ленинград : Машиностроение, 1975. – 776 с.
5. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / В. П. Преображенский. – 3-е изд. – Москва : Энергия, 1978. – 704 с.
6. ДСТУ 3336-96. Счетчики газа бытовые. Общие технические требования.
7. ДСТУ 3607-97. Счетчики газа бытовые. Правила приемки и методы испытания.
8. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 320 с.
9. Кабза З. Математическое моделирование расходомеров с сужающими устройствами : пер. с польск. / З. Кабза ; под ред. П. П. Кремлевского. – Ленинград : Машиностроение, 1981. – 115 с.
10. ISO 9001-94. The Quality Managment System. Design, assembly, testing and in-hause servicing of: mechanical gas measurement and registration equipment; electronic conversion devices.
11. Нубарян С. М. Средства коммерческого учета энергоносителей : курс лекций / С. М. Нубарян. – Харьков : ХНАГХ, 2009. – 153 с
12. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт з дисципліни «Засоби комерційного обліку енергоносіїв» (для студентів 5 курсу спеціальності 7.06010107 та 8.06010107 – Теплогазопостачання і вентиляція) / Харківська національна академія міського господарства; уклад. : С. М. Нубарян. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 29 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до самостійної роботи
з дисципліни

«Засоби комерційного обліку енергоносіїв»

(для студентів усіх форм навчання спеціальності
7.06010107 та 8.06010107 – Теплогазопостачання і вентиляція
та слухачів другої вищої освіти)

Укладач **НУБАРЯН** Сергій Манукович

Відповідальний за випуск *І. І. Капцов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Г. О. Павлова*

План 2012, поз. 134М

Підп. до друку 18.06.2012 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі

Ум. друк. арк. 0,5

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.